

ESTUDO COMPARATIVO DOS HIDROCARBONETOS EMITIDOS PELO GÁS DE ESCAPAMENTO DE UM VEÍCULO FLEX QUANDO ABASTECIDO COM E22 E COM E100.

Laerte Graner; Irineu Secolo Garcia; Henry Joseph Jr.

Volkswagen do Brasil

RESUMO:

O presente trabalho tem como objetivo qualificar, quantificar e comparar os hidrocarbonetos emitidos pelo gás de escapamento de um veículo flex fuel, quando abastecido com 100% de gasolina tipo C (E22) e com 100% de etanol hidratado combustível (E100), visando comparar a reatividade específica do potencial de formação de ozônio atmosférico, dos gases provenientes destes dois combustíveis.

A análise das emissões dos hidrocarbonetos foi feita por cromatografia gasosa, em analogia ao procedimento "California NON-Methane Organic Gas Test procedures – March 22, 2012" do CARB (California Air Resources Board).

As medições dos gases de escapamento foram realizadas durante ensaios dinamométricos de chassis conforme norma NBR 6601.

1.INTRODUÇÃO:

Em função da inexistência no Brasil, de método, de equipamento de análise e de conhecimento para qualificar, quantificar e comparar os gases emitidos pelo gás de escapamento de um veículo flex fuel, quando abastecido com 100 % com etanol hidratado (E100) e com 100% de gasolina C22, a Volkswagen do Brasil realizou um estudo de detalhamento das emissões de NMHC emitidas pelo gás de escapamento, utilizando a técnica analítica por cromatografia gasosa por dessorção térmica e objetivando determinar a reatividade específica do potencial de formação de ozônio atmosférico dos gases provenientes destes dois combustíveis. O referido detalhamento foi realizado no Laboratório de Emissões da Volkswagen na Alemanha em Wolfsburg.

Para o cálculo da reatividade dos NMHC foi empregado parte do conceito do California NON-Methane Organic Gas Test procedures – March 22, 2012) do CARB (California Air Resources Board).

2. METODOLOGIAS UTILIZADAS:

2.1 PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM

A amostragem dos gases para análise, procedentes dos gás de escapamento, foi feita através de um dispositivo que transfere parte dos gases contidos nos bags do CVS para pequenos bags de 25L . Esta transferência ocorreu imediatamente após o término de um ciclo completo de emissões conforme NBR 6601.

2.2 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Método de análise: a análise dos pequenos bags contendo as emissões hidrocarbonetos foi feita por cromatografia gasosa com dessorção térmica, com detetor FID, em analogia ao procedimento “California NON-Methane Organic Gas Test procedures – March 22, 2012” do CARB (California Air Resources Board).



Figura nº 1 – Equipamento de análise por cromatografia gasosa por dessorção térmica

3. CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO UTILIZADO E DO ENSAIO:

Para estas avaliações foi utilizado o veículo Polo BlueMotion 1.6L EFlex de fabricação brasileira modelo ano 2012/2013 com aproximadamente 5650 km de rodagem. O veículo foi testado em dinamômetro de chasis conforme o ciclo de ensaio da NBR 6601. Para a aprendizagem do veículo em relação aos combustíveis, foi feito um ensaio de condicionamento antes de cada ensaio conforme NBR 6601.

4. COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS NOS ENSAIOS:

Os combustíveis foram adquiridos no Brasil e exportadas para a Volkswagen em Wolfsburg na Alemanha.

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DA GASOLINA C22 (E22):

Ver tabela nº 1 anexa

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DO ETANOL HIDRATADO (E100):

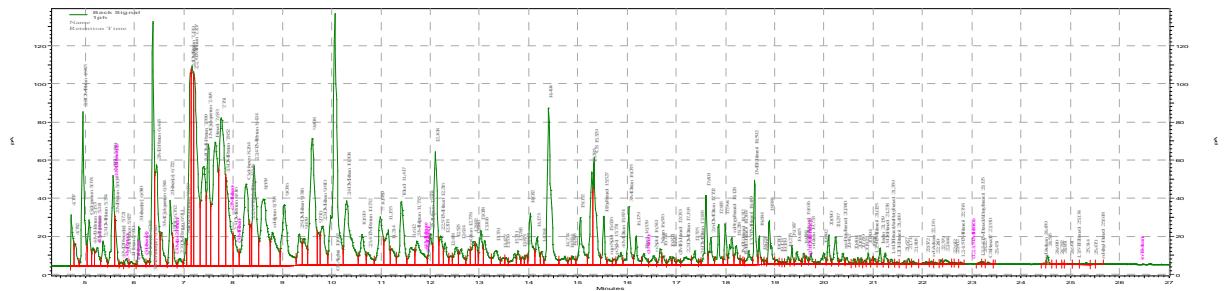
Ver tabela nº 2 anexa.

5. ENSAIOS E RESULTADOS

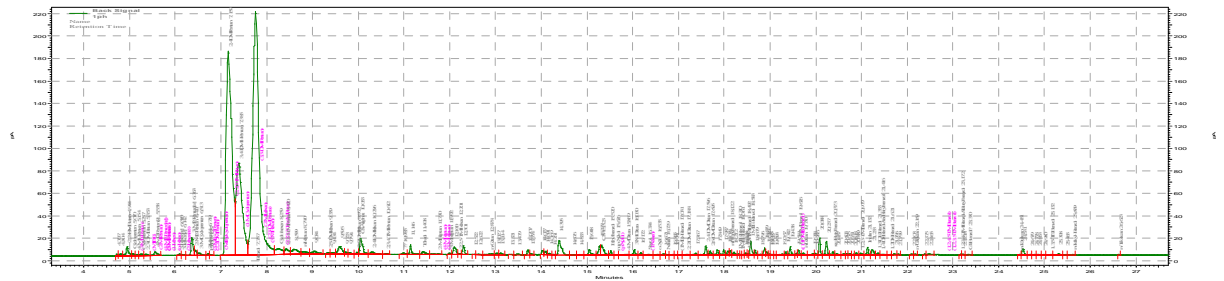
5.1 CROMATOGRAMAS

CROMATOGRAMAS DA FASE 1

E22

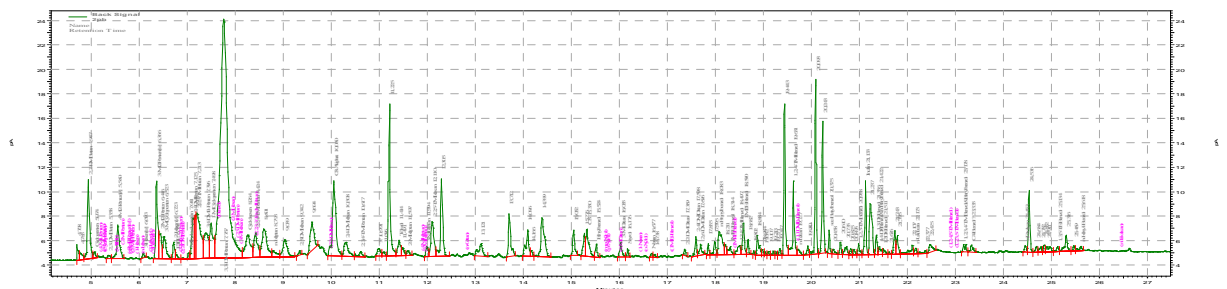


E100

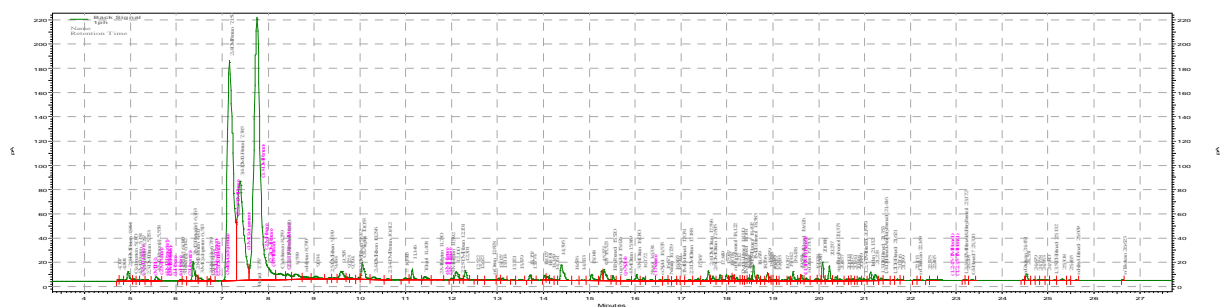


CROMATOGRAMAS DA FASE 2

E22

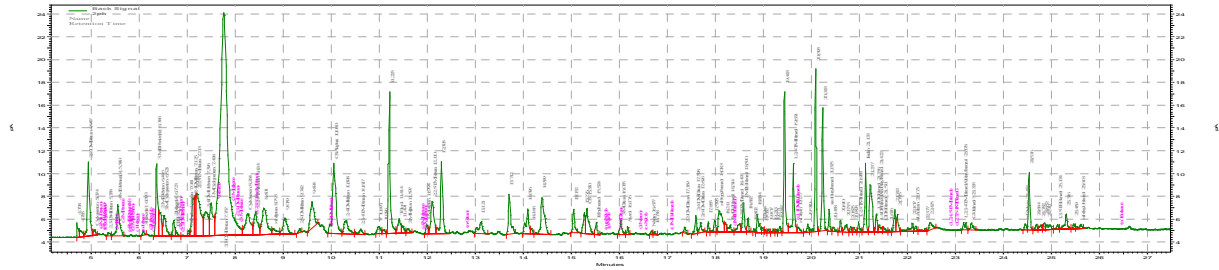


E100

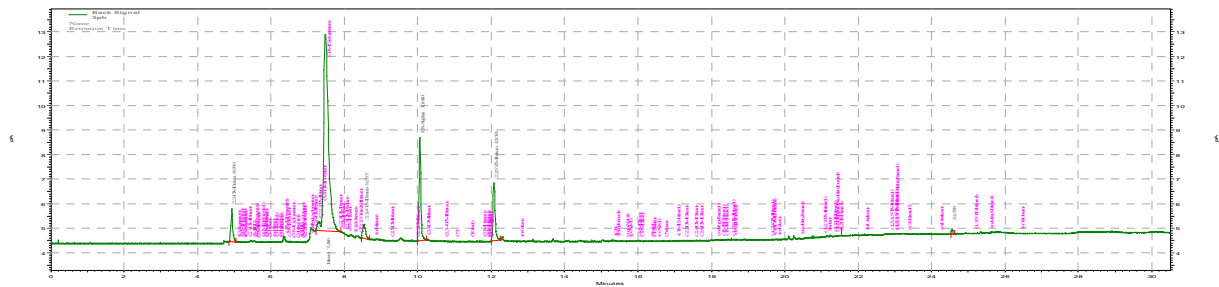


CROMATOGRAMA DA FASE 3

E22

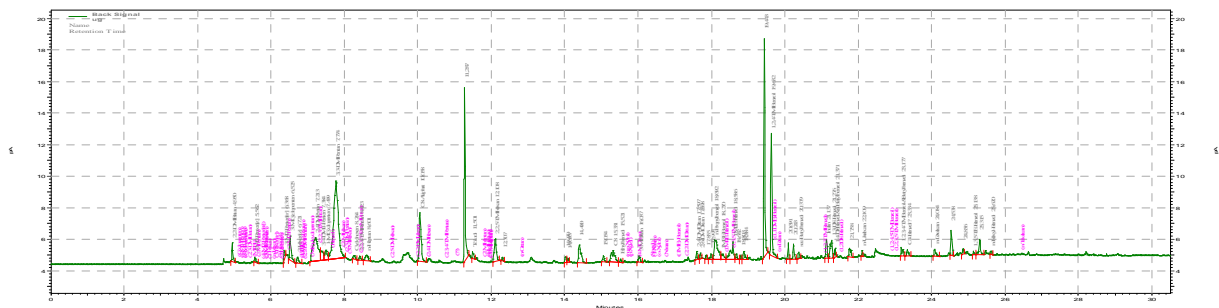


E100

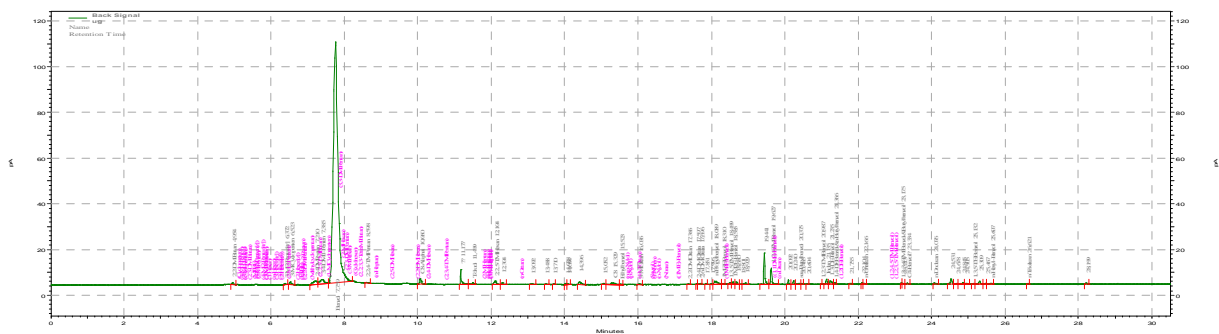


CROMATOGRAMAS AR DILUIÇÃO

E22



E100



5.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NMHC E DO OFP:

PARTE 1

Hidrocarbonetos (C2-C12)	Mess- verfahren	MIR	0404-E22		0405-E22		0410-E100		0411-E100	
			NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km
Ethan	VocAir	0.28	1.319	0.369	1.129	0.316	0.986	0.276	0.854	0.239
Ethen	VocAir	9.00	2.354	21.187	2.386	21.477	5.140	46.262	3.589	32.300
Propan	VocAir	0.49	0.050	0.024	0.066	0.032	0.027	0.013	0.035	0.017
Propen	VocAir	11.66	0.940	10.964	1.015	11.837	0.131	1.522	0.084	0.976
Acetylen	VocAir	0.95	0.097	0.092	0.169	0.160	0.262	0.249	0.188	0.179
2-Methyl-Propan	VocAir	1.23	0.255	0.313	0.358	0.440	0.904	1.112	0.636	0.783
n-Butan	VocAir	1.15	0.434	0.499	0.629	0.723	0.296	0.341	0.113	0.130
trans-2-Buten	VocAir	15.16	0.121	1.836	0.132	2.005	0.046	0.700	0.027	0.413
1-Buten	VocAir	9.73	0.283	2.756	0.508	4.944	0.133	1.296	0.153	1.492
2-Methyl-Propen	VocAir	6.29	0.271	1.703	0.431	2.714	0.030	0.188	0.025	0.160
cis-2-Buten	VocAir	14.24	0.092	1.313	0.103	1.460	0.071	1.012	0.046	0.651
1,2-Propadien	VocAir	8.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cyclo-Pentan	VocAir	2.39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-Butan	VocAir	1.45	1.370	1.986	1.802	2.612	0.447	0.648	0.034	0.050
n-Pentan	VocAir	1.31	0.784	1.027	1.114	1.459	0.175	0.229	0.074	0.098
Propin	VocAir	6.72	0.058	0.388	0.088	0.595	0.010	0.070	0.006	0.038
2,2-Dimethyl-Propan	VocAir	0.67	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-Butadien	VocAir	12.61	0.317	3.995	0.266	3.358	0.022	0.277	0.016	0.200
3-Methyl-1-Buten	VocAir	6.99	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cyclo-Penten	VocAir	6.77	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-2-Penten	VocAir	10.56	0.261	2.754	0.307	3.247	0.048	0.507	0.014	0.151
2-Methyl-2-Buten	VocAir	14.08	0.370	5.214	0.397	5.583	0.054	0.754	0.019	0.273
1-Penten	VocAir	7.21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-1-Buten	VocAir	6.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-2-Penten	VocAir	10.38	0.088	0.912	0.103	1.069	0.015	0.160	0.004	0.045
2-Methyl-1,3-Butadien	VocAir	10.61	0.235	2.496	0.187	1.986	0.015	0.158	0.018	0.187
1-Butin	VocAir	6.11	0.171	1.045	0.197	1.201	0.022	0.136	0.008	0.051
2-Butin	VocAir	16.32	0.114	1.869	0.135	2.201	0.020	0.324	0.006	0.100
1-Buten-3-in	VocAir	10.48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-Cyclo-Pentadien	VocAir	6.98	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,3-Dimethyl-1-Buten	VocAir	5.82	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,2-Dimethyl-Butan	VocAir	1.17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4-Methyl-1-Penten	VocAir	5.68	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-1-Penten	VocAir	6.14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,3-Dimethyl-Butan	VocAir	0.97	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4-Methyl-cis-2-Penten	VocAir	8.12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-Pentan	VocAir	1.50	0.135	0.203	0.196	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000

OFP = Ozone Forming Potencial (mg/km)

PARTE 2

Hidrocarbonetos (C2-C12)	Mess- verfahren	MIR	0404-E22		0405-E22		0410-E100		0411-E100	
			NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km
4-Methyl-trans-2-Penten	VocAir	8.12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-Pentan	VocAir	1.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-1-Penten	VocAir	5.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Hexen	VocAir	5.49	0.014	0.076	0.017	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Hexan	VocAir	1.24	0.008	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-3-Hexen	VocAir	7.57	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-3-Hexen	VocAir	7.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-2-Hexen	VocAir	8.62	0.018	0.159	0.025	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-trans-2-Penten	VocAir	13.17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-2-Penten	VocAir	11.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-Cyclo-Pentan	VocAir	5.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-2-Hexen	VocAir	8.31	0.326	2.710	0.472	3.919	0.021	0.174	0.008	0.066
3-Methyl-cis-2-Penten	VocAir	12.49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,2-Dimethyl-Pentan	VocAir	1.12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Methyl-Cyclo-Pentan	VocAir	2.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4-Dimethyl-Pentan	VocAir	1.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,2,3-Trimethyl-Butan	VocAir	1.11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,4-Dimethyl-Pentan	VocAir	4.84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Methyl-Cyclo-Pentan	VocAir	12.49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Benzol	VocAir	0.72	1.189	0.856	1.620	1.167	8.770	6.314	10.027	7.219
3-Methyl-1-Hexen	VocAir	4.56	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,3-Dimethyl-Pentan	VocAir	1.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cyclo-Hexan	VocAir	1.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-Hexan	VocAir	1.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,3-Dimethyl-Pentan	VocAir	1.34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-Hexan + Cyclo-Hexen	VocAir	1.61	0.832	1.339	1.069	1.721	0.400	0.644	0.103	0.165
cis-1,3-Dimethyl-Cyclo-Pentan	VocAir	1.94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Ethyl-Pentan	VocAir	1.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-1,3-Dimethyl-Cyclo-Pentan	VocAir	1.94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Hepten	VocAir	4.43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,2,4-Trimethyl-Pentan	VocAir	1.26	0.871	1.097	0.789	0.995	0.202	0.254	0.350	0.441
trans-3-Hepten	VocAir	6.32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Heptan	VocAir	1.07	0.318	0.340	0.419	0.449	0.192	0.205	0.089	0.095
2-Methyl-2-Hexen	VocAir	9.47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-trans-3-Hexen	VocAir	9.72	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-2-Hepten	VocAir	7.14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Ethyl-2-Penten	VocAir	9.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4,4-Trimethyl-1-Penten	VocAir	3.34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,3-Dimethyl-2-Penten	VocAir	9.74	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-2-Hepten	VocAir	7.16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Methyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

PARTE 3

Hidrocarbonetos (C2-C12)	Mess- verfahren	MIR	0404-E22		0405-E22		0410-E100		0411-E100	
			NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km
2,2-Dimethyl-Hexan	VocAir	1.02	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4,4-Trimethyl-2-Penten	VocAir	6.29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ethyl-Cyclo-Pentan	VocAir	2.01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,5-Dimethyl-Hexan	VocAir	1.46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4-Dimethyl-Hexan	VocAir	1.73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,3-Dimethyl-Hexan	VocAir	1.24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,3,4-Trimethyl-Pentan	VocAir	1.03	0.122	0.126	0.162	0.166	0.011	0.011	0.014	0.014
2,3,3-Trimethyl-Pentan	VocAir	1.02	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Toluol	VocAir	4.00	0.452	1.807	0.153	0.612	0.008	0.032	0.024	0.096
2,3-Dimethyl-Hexan	VocAir	1.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-Heptan	VocAir	1.07	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4-Methyl-Heptan	VocAir	1.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-Heptan	VocAir	1.24	0.092	0.114	0.264	0.327	0.031	0.039	0.038	0.048
1,2,3-Trimethyl-Cyclo-Pentan	VocAir	1.63	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-1,3-Dimethyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-1,4-Dimethyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,2,5-Trimethyl-Hexan	VocAir	1.13	0.195	0.220	0.346	0.391	0.000	0.000	0.066	0.075
1-Octen	VocAir	3.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-4-Octen	VocAir	4.81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Octan	VocAir	0.90	0.111	0.100	0.382	0.344	0.021	0.019	0.000	0.000
trans-2-Octen	VocAir	6.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
trans-1,3-Dimethyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-2-Octen	VocAir	4.81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,3,5-Trimethyl-Hexan	VocAir	1.22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4-Dimethyl-Heptan	VocAir	1.38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
cis-1,2-Dimethyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ethyl-Cyclo-Hexan	VocAir	1.47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3,5-Dimethyl-Heptan	VocAir	1.56	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ethyl-Benzol	VocAir	3.04	0.190	0.578	0.260	0.790	0.037	0.114	0.017	0.052
2,3-Dimethyl-Heptan	VocAir	1.09	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
m,p-Xylol	VocAir	8.45	0.052	0.440	0.048	0.407	0.003	0.028	0.000	0.000
4-Methyl-Octan	VocAir	0.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Methyl-Octan	VocAir	0.83	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Methyl-Octan	VocAir	0.99	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ethenyl-Benzol	VocAir	1.73	0.060	0.104	0.097	0.167	0.018	0.031	0.011	0.019
o-Xylol	VocAir	7.64	0.051	0.390	0.067	0.514	0.006	0.049	0.003	0.023

PARTE 4

Hidrocarbonetos (C2-C12)	Mess- verfahren	MIR	0404-E22		0405-E22		0410-E100		0411-E100	
			NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km	NMHC mg/km	OFP mg/km
1-Nonen	VocAir	2.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Nonan	VocAir	0.78	0.076	0.059	0.104	0.081	0.004	0.003	0.001	0.001
(1-Methyl-ethyl)-Benzol	VocAir	2.52	0.017	0.042	0.024	0.062	0.035	0.089	0.000	0.000
2,2-Dimethyl-Octan	VocAir	0.83	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2,4-Dimethyl-Octan	VocAir	1.03	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Propyl-Benzol	VocAir	2.03	0.101	0.204	0.206	0.418	0.151	0.306	0.221	0.449
1-Methyl-3-ethyl-Benzol	VocAir	7.39	0.060	0.442	0.053	0.394	0.004	0.027	0.031	0.233
1-Methyl-4-ethyl-Benzol	VocAir	4.44	0.042	0.186	0.008	0.035	0.003	0.014	0.000	0.000
1,3,5-Trimethyl-Benzol	VocAir	11.76	0.081	0.955	0.164	1.932	0.055	0.648	0.000	0.000
1-Methyl-2-ethyl-Benzol	VocAir	5.59	0.311	1.739	0.337	1.886	0.062	0.349	0.028	0.159
n-Decan	VocAir	0.68	0.058	0.040	0.087	0.059	0.072	0.049	0.041	0.028
(2-Methyl-propyl)-Benzol	VocAir	2.36	0.056	0.133	0.122	0.289	0.057	0.134	0.063	0.150
(1-Methyl-propyl)-Benzol	MS-Therm	2.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Methyl-3-(1-methyl-ethyl)-Benzol	MS-Therm	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2,3-Trimethyl-Benzol	VocAir	11.97	0.050	0.598	0.058	0.696	0.039	0.471	0.049	0.590
1-Methyl-4-(1-methyl-ethyl)-Benzol	MS-Therm	4.44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Indan	MS-Therm	3.32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Methyl-2-(1-methyl-ethyl)-Benzol	MS-Therm	5.49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-Diethyl-Benzol	VocAir	7.10	0.131	0.928	0.045	0.321	0.005	0.036	0.016	0.117
1,4-Diethyl-Benzol + n-Butyl-Benzol	VocAir	4.43	0.137	0.608	0.021	0.091	0.014	0.061	0.019	0.085
1-Methyl-3-n-propyl-Benzol	MS-Therm	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Methyl-4-n-propyl-Benzol	MS-Therm	4.43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2-Diethyl-Benzol	VocAir	5.49	0.024	0.133	0.035	0.195	0.019	0.103	0.026	0.143
1-Methyl-2-n-propyl-Benzol	MS-Therm	5.49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,4-Dimethyl-2-ethyl-Benzol	MS-Therm	7.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-Dimethyl-4-ethyl-Benzol	MS-Therm	7.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2-Dimethyl-4-ethyl-Benzol	MS-Therm	7.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3-Dimethyl-2-ethyl-Benzol	MS-Therm	10.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Undecan	VocAir	0.61	0.027	0.017	0.031	0.019	0.002	0.001	0.002	0.001
1,2-Dimethyl-3-ethyl-Benzol	MS-Therm	10.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2,4,5-Tetramethyl-Benzol	MS-Therm	9.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2,3,5-Tetramethyl-Benzol	VocAir	9.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-Methyl-2-n-butyl-Benzol	MS-Therm	4.73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-(1,1-Dimethyl-ethyl)-2-methyl-Benzol	MS-Therm	4.73	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1,2,3,4-Tetramethyl-Benzol + n-Pentyl-Benzo	VocAir	9.26	0.005	0.051	0.015	0.139	0.016	0.144	0.006	0.055
n-Pentyl-Benzol	MS-Therm	2.12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1-(1,1-Dimethyl-ethyl)-3,5-dimethyl-Benzol	MS-Therm	8.02	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Naphthalin	MS-Therm	3.34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Dodecan	VocAir	0.55	0.000	0.000	0.031	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
1,3,5-Triethyl-Benzol	VocAir	7.50	0.002	0.012	0.011	0.085	0.009	0.065	0.009	0.065
Total de Hidrocarbonetos(C2-C12)			16.214	79.558	19.262	88.711	19.135	66.650	17.215	48.921

5.3 RESUMO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE NMHC E CÁLCULO DA REATIVIDADE ESPECÍFICA COMPARATIVA (E100 x E22)

Combustível	E22		E100	
Teste n °	0404-E22	0405-E22	0410-E100	0411-E100
Somatória de NMHC (mg/km)(151 tipos de HC)	16.214	19.262	19.135	17.215
Média	17.738		18.175	
Somatória de OFP (mg/km x MIR) 151 tipos de HC	79.558	88.711	66.65	48.921
Média	84.135		57.786	
Reatividade específica (OFP/NMHC)	4.7		3.2	
Alteração% (E100 x E22)	-32.0			

6. CONCLUSÃO:

A reatividade específica do potencial de formação de ozônio atmosférico das emissões de hidrocarbonetos não metano (NMHC), do Polo BlueMotion 1.6 L Eflex emitidas pelo gás de escapamento, quando o veículo é abastecido com 100% de etanol hidratado(E100) é 32% inferior a reatividade específica das emissões de NMHC no mesmo veículo, quando abastecido com gasolina C22 (E22).

ANEXO I – DEFINIÇÕES

Para este trabalho foram adotadas algumas definições e parte do conceito do California NON-Methane Organic Gas Test procedures – March 22, 2012 do CARB (California Air Resources Board) para possibilitar o cálculo da reatividade específica dos hidrocarbonetos não metano:

$$\text{OFP} = \sum \text{NMHC} * \text{MIR}$$

$$\text{SR} = \sum \text{OFP} / \sum \text{NMHC}$$

Sendo que,

MIR = Maximum Incremental Reactivity

OFP = Potencial Forming Ozone

SR = Specific Reactivity

TABELA Nº 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DA GASOLINA C22 UTILIZADA NOS ENSAIOS NA ALEMANHA

Propriedades	Unidade	Método de ensaio	Especificação ANP 57/2011	Resultados extraídos do certificado RPBC 3386-12S
Periodo de indução	minutos	ASTM D 525	min. 360	> 720
Goma atual	mg/100mL	ASTM D 381	max. 5	< 1
MON	-	ASTM D 2700	min. 82	83.3
RON	-	ASTM D 2699	-	96.3
MON + RON /2	-	ASTM D 2699	min. 87	89.3
RVP @ 37.8°C	kPa	ASTM D 5191	45 a 69	62.9
Densidade@20°C	Kg/m ³	ASTM D 4052	anotar	751.6
Destilação	-	ASTM D 86	-	-
Ponto inicial de ebulição	°C	ASTM D 86	-	40.2
10% evaporado	°C	ASTM D 86	max. 65	55.5
50% evaporado	°C	ASTM D 86	max. 80	72.3
90% evaporado	°C	ASTM D 86	max. 190	175.3
Ponto final de ebulição	°C	ASTM D 86	max. 220	212.5
Resíduo	vol %	ASTM D 86	max. 2	0.6
Etanol	vol %	NBR 13992	max. 25	22
HC aromáticos	vol %	ASTM D 1319	max. 45	20.4
HC olefinicos	vol %	ASTM D 1319	max. 30	21.1
Benzeno	vol %	ASTM D 36016	max. 1.0	0.22
Enxôfre	mg/kg	ASTM D 4295	max. 800	289

**TABELA Nº 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DO ETANOL HIDRATADO
UTILIZADO NOS ENSAIOS NA ALEMANHA**

Propriedades	Unidade	Método de ensaio	Especificação ANP 7/2011	Resultados extraídos do certificado lote 257
Coloração	-	Visual	colorness	incolor
Aparência	-	Visual	Limpo e isento de impurezas	Limpo e isento de impurezas
Densidade @ 20°C	kg/m ³	NBR 5592	807.6 a 811.0	808.1
Acidez total(expresso como ácido acético)	mg/L	NBR 9866	max. 30	7.2
pH	-	NBR 10891	6 to 8	6.6
Teor de sulfatos	mg/kg	NBR 10894	max. 4	< 1
Teor de sódio	mg/kg	NBR 10422	max. 2	0.18
Condutividade Elétrica	µS/m	NBR 10547	350	8
Teor de Etanol	%Vol	NBR15639	95.1 to 96.0	95.8
Teor de Etanol	% m	NBR 15639	92.5 to 93.8	93.6
Resíduo por evaporação	mg/100mL	NBR 8644	5	0.5

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) California NON-Methane Organic Gas Test procedures – March 22, 2012) do CARB (California Air Resources Board);
- 2) Paper do Environment Canada “Mobile Source Emissions& Biofuels: An Overview of Selected Canadian Federal R&D”.